


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013142549/28, 17.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.09.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.09.2013

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US4506947A, 26.03.1985. US4362943A, 07.12.1982. D.A. Bradly et al. Review of doped silica glass optical fibre, Applied Radiation and Isotopes, 2012. Vol.71. P.2-11. SU 1742614A1, 23.06.1992. SU 1772614A1, 30.10.1992. SU 1150537A1, 15.04.1985

Адрес для переписки:

 620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
 Центр интеллектуальной собственности, Марк
 Т.В.

(72) Автор(ы):

 ИЩЕНКО Алексей Владимирович (RU),
 ЧИСТЯКОВА Евгения Константиновна (RU),
 ШТЫКОВ Александр Николаевич (RU),
 ШАЛИМОВ Леонид Николаевич (RU),
 МАНЬКО Николай Григорьевич (RU),
 ШЕСТАКОВ Геннадий Васильевич (RU),
 ВАЙНШТЕЙН Илья Александрович (RU),
 ИВАНОВ Владимир Юрьевич (RU),
 ЧЕРЕПАНОВ Александр Николаевич (RU),
 ШУЛЬГИН Борис Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

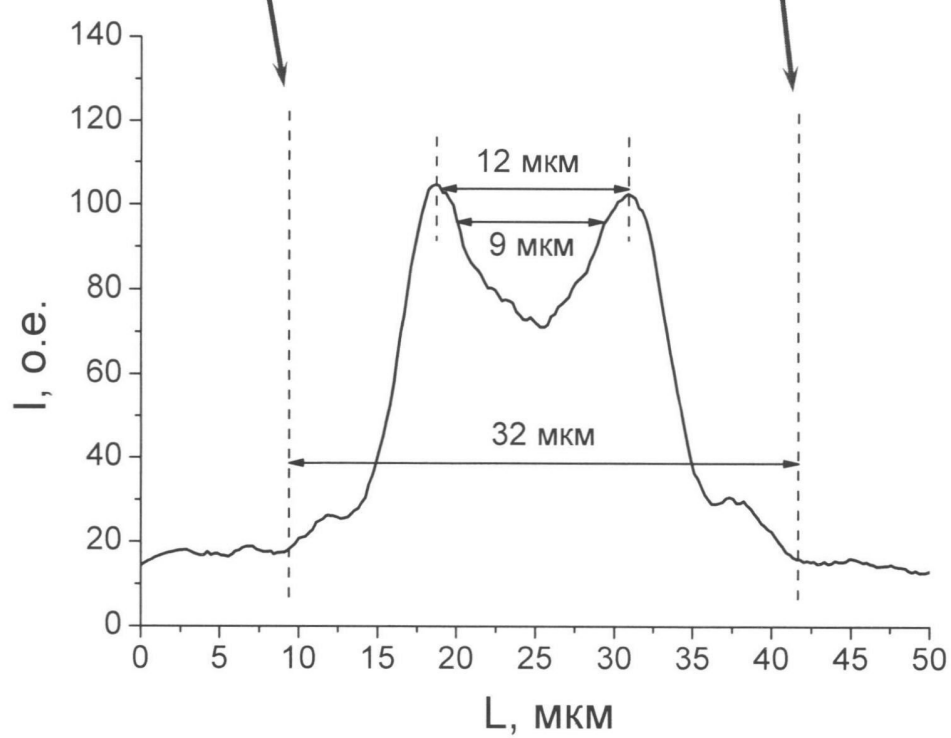
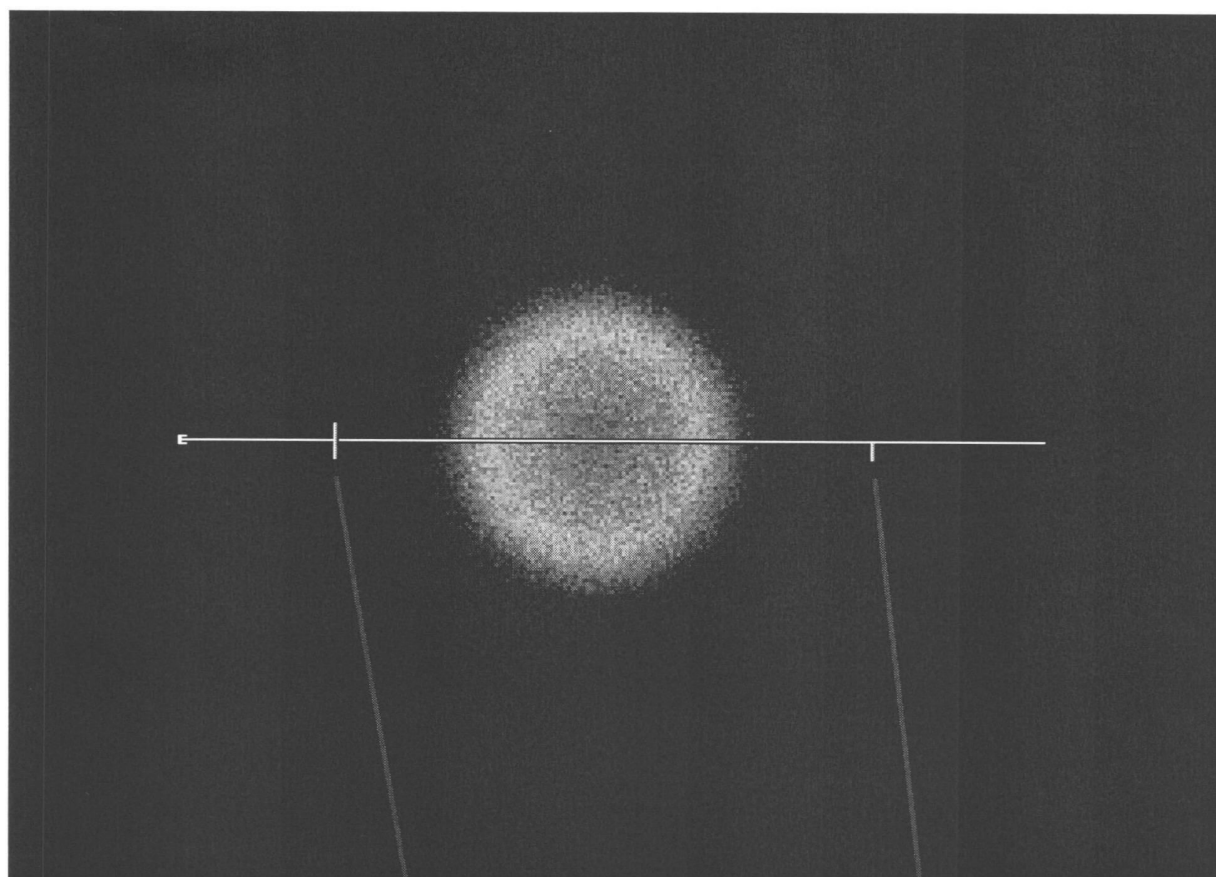
 Федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования "Уральский
 федеральный университет имени первого
 Президента России Б.Н. Ельцина" (RU),
 Федеральное государственное унитарное
 предприятие "Научно-производственное
 объединение автоматики имени академика
 Н.А Семихатова" (RU)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ ГЕРМАНИЯ В ЖИЛЕ И ОБОЛОЧКЕ КРЕМНИЕВЫХ СТЕКЛОВОЛОКОН

(57) Реферат:

Использование: для определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон. Сущность изобретения заключается в том, что изготавливают из эпоксидной смолы таблетку-держатель с образцами анализируемых стекловолокон и проводят последующий анализ образцов на растровом электронном микроскопе, при этом образцы анализируемых стекловолокон размещают вертикально в держателе-таблетке из эпоксидной смолы, после чего держатель-таблетку облучают рентгеновским излучением и загружают одновременно с держателем-таблеткой, содержащей эталонные образцы стекловолокон, в рабочую камеру растрового электронного микроскопа с оптическим каналом

регистрации, далее визуалью по виду и размерам концентрических кольцевых, различающихся по интенсивности свечения люминесцирующих участков на торцевых поверхностях тестируемых и эталонных стекловолокон визуалью определяют профиль поперечного распределения примеси германия по поперечному сечению стекловолокна. Технический результат: обеспечение возможности экспрессного, визуального, отвечающего метрологическим требованиям способа определения профиля поперечного распределения примеси германия в центральной жиле и в приграничных, прилегающих к центральной жиле областях оболочки стекловолокон, легированных германием. 2 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013142549/28, 17.09.2013**(24) Effective date for property rights:
17.09.2013

Priority:

(22) Date of filing: **17.09.2013**(45) Date of publication: **10.04.2015** Bull. № 10

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr
intellektual'noj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**IShchENKO Aleksej Vladimirovich (RU),
ChISTJaKOVA Evgenija Konstantinovna (RU),
ShTYKOV Aleksandr Nikolaevich (RU),
ShALIMOV Leonid Nikolaevich (RU),
MAN'KO Nikolaj Grigor'evich (RU),
ShESTAKOV Gennadij Vasil'evich (RU),
VAJNShTEJN Il'ja Aleksandrovich (RU),
IVANOV Vladimir Jur'evich (RU),
ChEREPANOV Aleksandr Nikolaevich (RU),
ShUL'GIN Boris Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatje "Nauchno-proizvodstvennoe
ob'edinenie avtomatiki imeni akademika N.A
Semikhatova" (RU)**

(54) **METHOD OF DETERMINING LATERAL DISTRIBUTION PROFILE OF GERMANIUM IMPURITIES
IN CORE AND CLADDING OF SILICON GLASS FIBRES**

(57) Abstract:

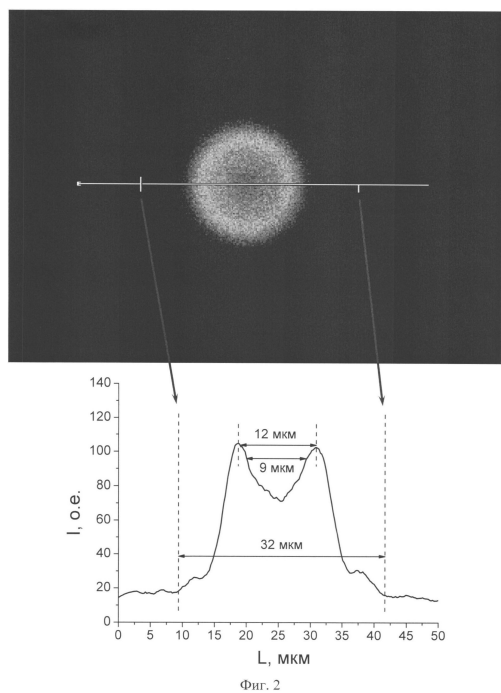
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method includes making a pellet holder with samples of the analysed glass fibres from epoxy resin and performing subsequent analysis of the samples on a scanning electron microscope, wherein samples of the analysed glass fibres are placed vertically on the pellet holder made of epoxy resin, after which the pellet holder is irradiated with X-rays and immersed simultaneously with the pellet holder containing reference samples of the glass fibres into the working chamber of the scanning electron microscope with an optical detection channel; the lateral distribution profile of germanium impurities on the cross-section of the glass fibre is then visually determined from the appearance and size of concentric annular luminescent areas with different luminescence intensity on the end surfaces of the analysed and reference glass fibres.

EFFECT: providing an express and visual method,

which meets metrological requirements, for determining the lateral distribution profile of germanium impurities in the core and in boundary areas of the cladding of germanium-doped glass fibre adjacent to the core.

2 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к измерительной технике, используемой в стекловолоконных технологиях при тест-контроле качества легированных германием образцов кремниевых стекловолокон, особо при определении профиля распределения примеси германия по поперечному сечению стекловолокон в центральной жиле и в приграничных, прилегающих к центральной жиле областях стекловолокон многоцелевого назначения, при анализе самоорганизующихся физических явлений или с искусственным их поддержанием в волоконно-оптических устройствах и средствах связи, а также в процессе их производства фирмами-изготовителями и проведения заказчиками входного контроля стекловолокон и волоконно-оптических кабелей, приобретаемых у фирм-производителей.

Диффузия примеси германия из жилы в оболочку образцов кремниевых стекловолокон, легированных германием, происходящая при технологически необходимых процедурах термообработки стекловолокон, и распределение продиффундировавшей примеси в прилегающих к жиле внутренних слоях оболочки стекловолокон определяют трансмиссионные свойства стекловолокон, их способность передавать/пропускать сигналы на десятки километров с малым затуханием на уровне от нескольких дБ/км до нескольких долей дБ/км (Большой энциклопедический словарь. Физика. Гл. ред. акад. А.М. Прохоров. М.: «Большая Российская энциклопедия», 1998. С.89-90 и 665; Г.Г. Девярых, Е.М. Дианов. Волоконные световоды с малыми оптическими потерями. Вестник АН СССР, 1981. №10. С.54; I.A. Bufetov, M.M. Bubnov, V.N. Neustroev, E.M. Dianov, ... A.M. Prokhorov. Raman Gain Properties of Optical Fibers with a High Ge-Doped Silica Core and Standart Optical Fibers // Laser Physics, 2001. Vol.11, №1. P.130-133).

Поиск эффективных и экспрессных способов контроля качества легированных стекловолокон ведется на протяжении многих лет с использованием возможностей методов оптической, электронной и атомной силовой микроскопии, а также с использованием методов компьютерной томографии.

Известен способ визуального, компьютерного тестирования световодов (В.К. Баранов и др. Патент РФ №2477847. МПК G01M 11/02, G01N 21/88, G02B 6/02, заявл. 27.09. 2011, опубл. 20.03.2013. Бюл. №8). В рамках известного способа контроль качества световода проводят, осуществляя зондирование световода через один из торцов белым светом с последующей регистрацией отраженного первичного белого света от недоступного торца световода (предварительно снабженного цветным отражателем) с помощью фотоприемника с цветной ПЗС-матрицей, а затем визуально по цвету изображения на доступном торце световода, или по параметру цветности этого изображения, определяемого с помощью ПЭВМ, судят о целостности или дефектности световода.

Однако известный способ визуального тестирования не пригоден для экспресс-тестирования световода на основе кремниевого стекловолокна, легированного германием, поскольку он не решает задачи определения профиля распределения примеси германия по поперечному сечению кремниевого стекловолокна и не позволяет при контроле выпускаемой продукции и при входном контроле приобретаемой продукции определять профиль поперечного распределения примеси германия ни в центральной жиле, ни в приграничных, прилегающих к жиле областях стекловолокна. Известный способ имеет недостаточно высокую чувствительность и не является экспрессным, поскольку за одну процедуру тестирования анализируется лишь один образец.

Известен способ визуального тестирования световодов (US патент №3884585, опубл. 20.05.1975. Fiber break detection methods for cables using multi-fiber optical bundles, R.L. Lebduka, G01N 21/16). Способ заключается в том, что зондирующее излучение в виде постоянного по интенсивности белого света вводится во входные торцы большого

числа плотноупакованных световодов, входящих в состав волоконно-оптического кабеля. Выходное сечение волоконно-оптического кабеля, состоящее из большого числа плотно-упакованных выходных торцов световодов и соединяющего их эпоксидного клея, облучалось встречным источником белого света. Регистрировалось проходящее через световоды излучение. Выходной торец волоконно-оптического кабеля наблюдался через микроскоп и фотографировался фотокамерой «Поляроид». Тестирование световодов осуществлялось визуально по цвету изображения.

Однако известный способ визуального тестирования не пригоден для экспресс-тестирования световода на основе кремниевого стекловолокна, легированного германием, поскольку он не решает задачи определения профиля распределения примеси германия по поперечному сечению кремниевого стекловолокна и не позволяет при контроле выпускаемой продукции и при входном контроле приобретаемой продукции определять профиль распределения примеси германия ни в центральной жиле, ни в приграничных, прилегающих к жиле областях стекловолокна. Кроме того, в известном способе за одну процедуру контроля анализируется лишь один образец, что не обеспечивает проведения экспрессного контроля. Известный способ не отвечает метрологическим требованиям проведения экспрессного контроля, особенно при оценке качества волоконно-оптического кабеля, поскольку сравнения с эталонными образцами стекловолокон в рамках известного способа не проводится.

Известно устройство контроля диаметра световодов и оптических волокон (В.Н. Ильин, А.Ф. Рубцов. Авт. свид. СССР №1768962. МПК G01B 11/10. 1990. Заявл. 27.08.90. Опубл. 15.10.92. Бюл. №38). Изобретение предназначено для измерения диаметров прозрачных химических волокон и одножильных световодов. С помощью сложной осветительной системы, включающей лазер ЛГИ-302, светоделитель, систему зеркал и двух фокусирующих линз, обеспечивается освещение раstra на двух диаметрально противоположных участках сходящимися пучками света для формирования сложной интерференционной картины, анализируемой с помощью двух измерительных каналов контроля и позволяющей судить по величине биений за изменением диаметра световода по его длине.

Однако известный способ визуального тестирования не пригоден для экспресс-тестирования световода на основе кремниевого стекловолокна, легированного германием, поскольку он не решает задачи определения профиля распределения примеси германия по поперечному сечению кремниевого стекловолокна и не позволяет при контроле выпускаемой продукции или при входном контроле приобретаемой продукции определять профиль поперечного распределения примеси германия ни в центральной жиле, ни в приграничных, прилегающих к жиле областях стекловолокна. Известный способ не является экспрессным и не отвечает метрологическим требованиям, поскольку сравнения с эталоном (с эталонными образцами стекловолокон) в рамках известного способа не проводится.

Известен способ наблюдения и анализа диффузии вводимой примеси германия в оптических стекловолокнах в процессе их термообработки (K. Lyytikainen et al. Dopant diffusion during optical fibre drawing. Optical Express. 2004. vol.12. №6, pp.972-977). Для осуществления известного способа определения диффузии примесного германия вначале готовились образцы в виде таблеток-держателей, в которых нелегированные кремниевые стекловолокна закреплялись вертикально с помощью полимерной субстанции, очищенные концы анализируемых волокон перед этим предварительно протравливались в 5% растворе HF в течение 2 минут. На торцы кремниевых стекловолокон, имеющих номинальный диаметр 125 мкм, наносилась примесь германия в виде трех

концентрических колец с концентрацией 17, 8 и 4 мол.% германия, отдаленных друг от друга на несколько микрон. Затем волокна отжигались при температурах 1800 или 2100°C, соответствующих условиям отжига при изготовлении кремниевых
 5 стекловолокон. Далее проводили элементный анализ легированных германием торцов стекловолокон методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием сканирующего электронного микроскопа фирмы Филипс (EDAX+Philips XL30 SEM). Непосредственно профиль поперечного распределения примеси германия, нанесенной в виде трех концентрических колец на торец кремниевого стекловолокна, подвергнутого
 10 затем высокотемпературной термообработке, определяли с помощью атомного силового микроскопа (АСМ). С помощью получаемого АСМ-профиля торцевой поверхности стекловолокна установлено, что каждое из концентрических первичных колец с нанесенной примесью германия слегка расплылось вследствие диффузионных процессов, вызванных термообработкой, доказано, что диффузия германия в кремниевых
 15 стекловолокнах при выполнении технологических процедур их термообработки имеет место.

Однако известный способ не пригоден для визуального определения профиля распределения примеси германия по поперечному сечению волокна, не обладает достаточной экспрессностью и не отвечает метрологическим требованиям, поскольку
 20 в рамках известного способа сравнения с эталонными образцами стекловолокон не проводится; способ не пригоден для контроля выпускаемой стекловолоконной продукции и для входного контроля приобретаемых стекловолокон.

Известно, что в легированных германием кремниевых стекловолокнах, применяемых в системах волоконной связи, после облучения их гамма-излучением происходит
 25 светозапасание, реализуемое при нагреве в виде термостимулированной люминесценции (М. Benabdesselam, F. Mady, S. Girard. Journal of Non-Crystalline Solids. 2013, v.360, pp.9-12), и что они могут представлять интерес для использования в качестве рабочих веществ для термолюминесцентной дозиметрии. Однако термостимулированная люминесценция легированных германием кремниевых стекловолокон для наглядного визуального
 30 определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон не применялась из-за длительности процедуры нагрева образцов до достаточно высоких температур.

Наиболее близким к заявляемому является способ определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевого стекловолокна, связанный с применением сканирующего (растрового) электронного микроскопа,
 35 снабженного рентгенофлуоресцентным анализатором (D.A. Bradley et al. Review of doped silica glass optical fibre // Applied Radiation and Isotopes, 2012. Vol.71. P2-11). В рамках известного способа вначале изготавливают полимерную таблетку-держатель стекловолокон, в которой устанавливают/закрепляют кусочки телекоммуникационного кремниевого стекловолокна, легированного германием (стекловолокно фирмы Cor-
 40 Active High Tech., Canada). Кусочки стекловолокна закрепляют так, что на рабочую поверхность таблетки-держателя выходят торцы стекловолокон. Далее таблетку-держатель с образцами стекловолокон устанавливают в рабочей камере сканирующего электронного микроскопа, проводят наблюдение (face-on examined) торцов стекловолокон, определяют характерный для одномодовых стекловолокон размер
 45 центральной жилы волокна (9-10 мкм), содержащей основное количество примеси германия, и размер оболочки стекловолокна (125 мкм), в которой обнаруживаются следы примеси германия.

Однако известный способ с использованием растрового микроскопа не пригоден

для наглядного быстрого визуального контроля распределения примеси германия в центральной жиле и в приграничной к ней зоне диффузии примеси германия, поскольку не имеет оптического канала наблюдения. Известный способ не решает задачи визуального определения профиля поперечного распределения примеси германия по сечению кремниевого стекловолокна ни в центральной жиле волокон, ни в приграничных, прилегающих к жиле областях волокон. Кроме того, известный способ не дает возможности провести сравнение стекловолокон, поступающих для анализа, с эталонными образцами стекловолокон.

Задачей изобретения является разработка экспрессного, визуального, отвечающего метрологическим требованиям способа определения профиля поперечного распределения примеси германия в центральной жиле и в приграничных, прилегающих к центральной жиле областях оболочки стекловолокон, легированных германием.

Задача изобретения, связанная с разработкой экспрессного, визуального, отвечающего метрологическим требованиям способа определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон, решается за счет того, что образцы различных анализируемых стекловолокон размещают вертикально в держателе-таблетке из эпоксидной смолы, облучают торцы стекловолокон рентгеновским излучением (для обеспечения в них процесса светозапасания и накопления светосуммы), после чего таблетку с анализируемыми образцами загружают одновременно с держателем-таблеткой с эталонными образцами стекловолокон в рабочую камеру растрового электронного микроскопа, имеющего оптический канал регистрации, и далее визуально по виду и размерам концентрических кольцевых, различающихся по размерам и интенсивности свечения люминесцирующих участков на торцевых поверхностях тестируемых образцов стекловолокон, содержащих примесь германия, определяют профиль поперечного распределения примеси германия по сечению волокна и сравнивают с эталонными образцами.

Сущность изобретения заключается в том, что образцы различных анализируемых стекловолокон (одного или одновременно нескольких до 40 и более различных типов и более) длиной 5-10 мм и более размещают вертикально в держателе-таблетке из эпоксидной смолы толщиной 10-15 мм и более, после завершения процесса полимеризации смолы облучают рентгеновским излучением торцы стекловолокон для обеспечения в них процесса светозапасания и накопления светосуммы, после чего загружают одновременно с держателем-таблеткой, содержащей эталонные образцы стекловолокон, в рабочую камеру растрового электронного микроскопа, имеющего оптический канал регистрации, и далее визуально по виду и размерам концентрических кольцевых, различающихся по интенсивности свечения люминесцирующих участков (люминесценция возникает под действием электронного пучка микроскопа) на торцевых поверхностях тестируемых стекловолокон (с увеличенной интенсивностью за счет одновременно высвечиваемой запасенной светосуммой - оптически стимулированной люминесценции), содержащих примесь германия, визуально определяют профиль поперечного распределения примеси германия по сечению стекловолокна с выводом картины профиля на экран компьютера при одновременном определении содержания примеси в анализируемых образцах в контрольных точках методом рентгенофлюоресцентного анализа. Далее проводят сравнение с эталонными образцами, которые были загружены в камеру электронного микроскопа одновременно с анализируемыми образцами. При контроле качества волоконно-оптического кабеля в число одновременно анализируемых образцов включают все волокна данного кабеля.

Примеры осуществления способа определения профиля поперечного распределения

примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон.

Пример 1. Осуществление предлагаемого экспрессного, визуального, отвечающего метрологическим требованиям способа определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон рассмотрено на примере анализа образцов стекловолокон фирмы Фуджикура, Япония (Fujikura, Fujikura Specification for single-mode optical fiber. Date Jan. 25.2011. NO JFS-00073A), один из которых принимается за эталонный. Кусочки стекловолокон фирмы Фуджикура (2 волокна один эталонный) закрепляют в таблетке-держателе из эпоксидной смолы так, чтобы на рабочую поверхность таблетки-держателя выходили торцы этих стекловолокон. Торцы шлифуют. Далее таблетку-держатель с образцами стекловолокон после завершения процесса полимеризации смолы облучают рентгеновским излучением (в течение 20-30 минут) для запасаения светосуммы. Для облучения используют рентгеновский аппарат УРС-55А (30 кэВ, 10 мкА при мощности дозы $2,5 \cdot 10^3$ Р/мин). Затем облученную таблетку-держатель устанавливают в рабочей камере электронного микроскопа фирмы Carl Zeiss Sigma VP, имеющего оптический канал.

В электронном микроскопе выводят на экран компьютера изображение торцевой поверхности анализируемого/эталонного волокна, которое затем анализируется с применением катодолюминесцентного оптического канала микроскопа в интегральном режиме в диапазоне длин волн 185-850 нм.

Ниже приведены картины свечения торцов двух используемых в примере эталонного, Фиг.1, и анализируемого, Фиг.2, стекловолокон фирмы Фуджикура. Визуально наблюдается неоднородное свечение эталонного, Фиг.1, и анализируемого стекловолокон (верхняя картинка на Фиг.2) с тремя концентрическими люминесцирующими зонами. Наблюдаемые кривые распределения интенсивности свечения характеризуют распределение примеси германия по поперечному сечению образцов. На Фиг.2 это представлено в увеличенном виде для центральной части стекловолокна диаметром ~32 мкм. Зона свечения центральной жилы диаметром 9 мкм с повышенным содержанием примеси германия, около 3,6-3,8 мол.%, как показал рентгенофлюоресцентный анализ этой зоны, не является доминирующей по интенсивности (ее интенсивность всего 70-90 о.е.) вследствие эффекта концентрационного тушения люминесценции. Наиболее интенсивной (~100 о.е.) является ближайшая к жиле концентрическая кольцевая люминесцирующая полоска шириной до 5 мкм с содержанием в контрольной точке этой полоске-зоне наноструктурированной примеси германия до ~0,6 мол.%. Третья слабосветящаяся широкая кольцевая зона имеет более слабую интенсивность люминесценции (~25-40 о.е.). Эта крайняя зона с неоднородным содержанием продиффундирующей примеси германия на уровне, как показал рентгенофлюоресцентный анализ одной из контрольных точек этой зоны, до 0,008 мол.%.

Пример 2. Кусочки стекловолокон фирмы Фуджикура закрепляют в таблетке-держателе из эпоксидной смолы так, чтобы на рабочую поверхность таблетки-держателя выходили торцы анализируемых стекловолокон. Их шлифуют. Далее, минуя процедуру облучения таблетки-держателя с анализируемыми стекловолоконками рентгеновским излучением, таблетку-держатель с образцами стекловолокон сразу устанавливают в рабочей камере электронного микроскопа, например, микроскопа фирмы Carl Zeiss Sigma VP, имеющего оптический канал. На экране микроскопа получают картину распределения примеси германия в жиле и оболочке стекловолокна, аналогичную приведенной на Фиг.1 и Фиг.2, однако интенсивность свечения почти в полтора раза ниже интенсивности свечения, чем в Примере 1, из-за отсутствия компоненты оптически

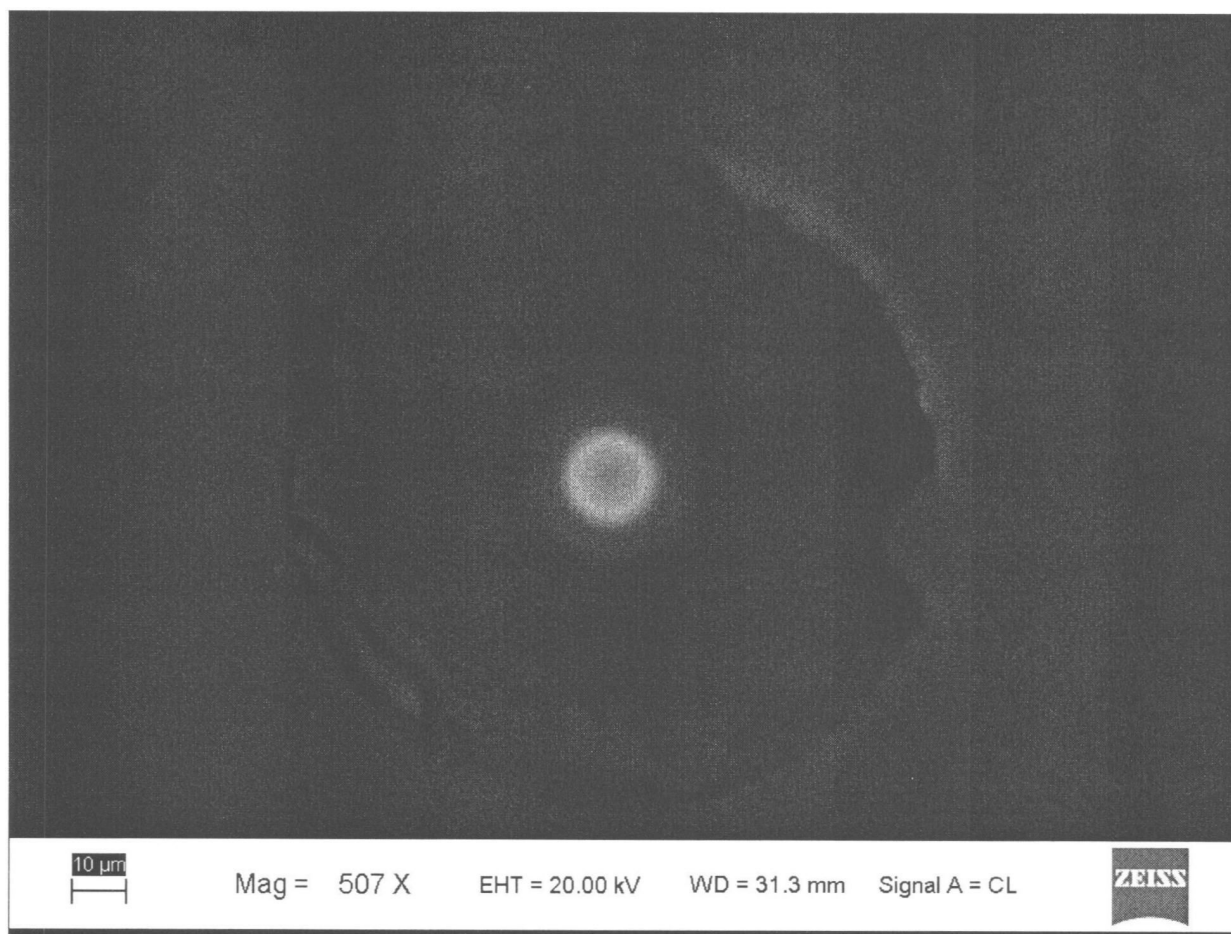
стимулированной люминесценции.

Примеры 3, 4. Подготовку к анализу поступивших образцов германий-кремниевых стекловолокон диаметром 125 мкм проводят так же, как и в примере 1. Кусочки одножильных стекловолокон, а в случае контроля качества волоконно-оптического кабеля кусочки всех стекловолокон кабеля закрепляют в таблетке-держателе из эпоксидной смолы. Далее таблетку-держатель с образцами стекловолокон после завершения процесса полимеризации смолы облучают в течение 1 часа рентгеновским излучением для запасания светосуммы, после чего ее устанавливают в рабочей камере растрового электронного микроскопа фирмы Carl Zeiss Sigma VP, имеющего оптический канал. В электронном микроскопе сначала получают с выводом на экран компьютера изображение поверхности каждого из торцов волокон (анализируемых и эталонных), далее изображение этих участков анализируется с помощью катодолуминесцентного оптического канала микроскопа в интегральном режиме в диапазоне длин волн 185-850 нм, так же, как в примерах 1 и 2, визуально и с выводом кривой распределения интенсивности свечения на экран, что обеспечивает экспрессность метода. Для каждого из волокон характерно неоднородное свечение по их поперечному сечению с хорошо выраженными тремя зонами свечения, различающимися по интенсивности, соответствующих зонам с различной концентрацией примеси германия. Содержание германия определяют одновременно в нужных точках сечения волокна путем измерений элементного состава образцов рентгенофлуоресцентным методом. Узкая кольцевая зона с повышенным уровнем люминесценции связана с наноструктурированной примесной зоной германия. В ней заметны неоднородности. Увеличение времени облучения образцов до 1 часа и более не приводит к улучшению технического эффекта.

Технический результат. Повышенная интенсивность свечения при визуализации профиля распределения примеси германия по поперечному сечению стекловолокна с выделением зон неоднородной диффузии германия на границе между центральной жилой и оболочкой, увеличение чувствительности и производительности метода особенно при выходном и входном контроле многожильных волоконно-оптических кабелей.

Формула изобретения

Способ определения профиля поперечного распределения примеси германия в жиле и оболочке кремниевых стекловолокон, включающий процедуру изготовления из эпоксидной смолы таблетки-держателя с образцами анализируемых стекловолокон и последующий анализ образцов на растровом электронном микроскопе, отличающийся тем, что образцы анализируемых стекловолокон размещают вертикально в держателе-таблетке из эпоксидной смолы, после чего держатель-таблетку облучают рентгеновским излучением и загружают одновременно с держателем-таблеткой, содержащей эталонные образцы стекловолокон, в рабочую камеру растрового электронного микроскопа с оптическим каналом регистрации, далее визуально по виду и размерам концентрических кольцевых, различающихся по интенсивности свечения люминесцирующих участков на торцевых поверхностях тестируемых и эталонных стекловолокон визуально определяют профиль поперечного распределения примеси германия по поперечному сечению стекловолокна.



Фиг. 1